

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-109949

(43) 公開日 平成7年(1995)4月25日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 45/00	3 6 8 B			
F 0 2 B 77/08	D			
F 0 2 P 5/152				
5/153				

F 0 2 P 5/ 15

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-258239

(22) 出願日 平成5年(1993)10月15日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 中井 一弘

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 ▲榊▼原 浩二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

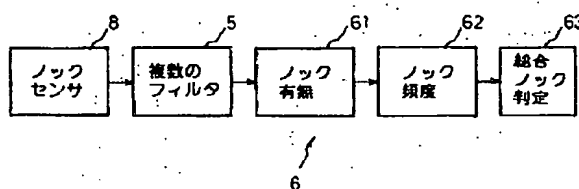
(54) 【発明の名称】 内燃機関のノッキング検出装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明はエンジンにノックが発生すると各エンジン特有の複数の共鳴周波数をもった振動が発生するが、これらを複数の周波数帯でノックが精度良く検出できるように改良することを目的とする。

【構成】 内燃機関で発生するノックを検出する内燃機関のノッキング検出装置において、内燃機関の振動を検出するノックセンサ8を設け、複数のフィルタ手段5は検出振動を複数の周波数帯に分離し抽出し、ノック有無判定手段61は各複数の周波数帯で振動を検出してノックの有無を判定を行い、ノック頻度判定手段62は各々の周波数帯でのノック判定頻度を算出し、総合ノック判定手段63はノック判定頻度に基づいて最終的なノック判定を行う。

本発明の原理構成を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関で発生するノックを検出する内燃機関のノッキング検出装置において、
前記内燃機関の振動を検出するノックセンサと、
前記検出振動を複数の周波数帯に分離し抽出する複数のフィルタ手段と、
各前記複数の周波数帯で振動を検出してノックの有無を判定を行うノック有無判定手段と、
各々の周波数帯でのノック判定頻度を算出するノック頻度判定手段と、
前記ノック判定頻度に基づいて最終的なノック判定を行う総合ノック判定手段とを備えることを特徴とする内燃機関のノッキング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は内燃機関（エンジン）のノッキング検出装置に関し、特に本発明では、エンジンにノックが発生すると各エンジン特有の複数の共鳴周波数をもった振動が発生するので、これらを複数の周波数帯で検出しノックが精度良く判定できるようなノッキング検出装置に改良することに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来このような分野の技術として、以下に説明するノッキング検出装置があった。図 16 は従来のノッキング検出装置によって検出されるエンジン振動の周波数特性を説明する図であり、図 17 は互いに異なる運転状態での周波数-スペクトル強度特性図であり、図 18 は互いに異なる回転速度での周波数-スペクトル強度特性図である。本図 16 (a) に示すように、ノックセンサからの信号を周波数解析すると、 $\rho 10 \sim \rho 30$ のように複数の周波数スペクトル強度が大きくなる。しかも $\rho 10 \sim \rho 30$ からのスペクトル強度の出方は、図 17 に示すように運転状態、図 18 に示すようにノック発生気筒等によってバラツキため、従来のように特定周波数帯のみ検出しノック判定を行ってはいは、ノックを検出できない場合が生じる。

【0003】 このような問題を解決するために、特開平 1-148924 号公報に記載されたノック検出装置が知られている。これに記載のノック検出装置では、ノックセンサ出力を複数のフィルタを用いて、複数の周波数帯で振動を検出し各々の検出結果を加算し最終ノック判定結果として点火時期の補正に反映していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前述した共鳴はエンジンのボア径と音速で決まる固有周波数を持ち、シリンダ径方向の次数を n 、周方向の次数を m としたときの共鳴振動モードを Pnm とすると、図 16 (b) のような周波数にノック成分ができると予測される。これら共鳴信号モードについてそれぞれ振動が検出できれば、ノック検出の精度が向上する。しかしなが

ら、周波数帯、運転状態、エンジン機差及びノックセンサのバラツキによって、図 17、18 のように S/N が大きく変わる可能性があり、前記公報記載のノック検出装置で採用されているように複数の検出結果を単純に加算する方法では、 S/N の悪い方の影響がでてしまい、十分なノック検出性能が得られないという問題が生じる。

【0005】 したがって、本発明は上記問題点に鑑み、ノックセンサの検出信号から特性周波数成分を抽出してノッキング検出を行うときに精度のよいノッキングが検出できる内燃機関のノッキング検出装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 第 1 図は本発明の原理構成を示す図である。本発明は、前記問題点を解決するために、前記内燃機関で発生するノックを検出する内燃機関のノッキング検出装置において、内燃機関の振動を検出するノックセンサを設け、前記ノックセンサに接続される複数のフィルタ手段は前記検出振動を複数の周波数帯に分離し抽出し、前記複数のフィルタ手段に接続されるノック有無判定手段は、各前記複数の周波数帯で振動を検出してノックの有無を判定を行い、前記ノック有無判定手段に接続されるノック頻度判定手段は各々の周波数帯でのノック判定頻度を算出し、前記ノック頻度判定手段に接続される総合ノック判定手段は前記ノック判定頻度に基づいて最終的なノック判定を行う。

【0007】

【作用】 本発明の内燃機関のノッキング検出装置によれば、前記検出振動が複数の周波数帯に分離され抽出され、各前記複数の周波数帯で振動が検出されてノックの有無が判定され、各々の周波数帯でのノック判定頻度が算出され、前記ノック判定頻度に基づいて最終的なノック判定が行われることにより、特定周波数の S/N が悪くなくても、ノック判定に用いる周波数帯を選択することができるのでノック検出性能の低下を防ぐことができる。

【0008】

【実施例】 まず始めにノック現象について説明する。ノックはシリンダ内の未燃焼ガスが燃焼ガスにより圧縮され自己着火し急速に燃焼することによってシリンダ内で共鳴する現象をいう。このノックを微小レベルで制御すればエンジンを破損することなく燃費を向上させることができる。次に、ノック判定方法について説明する。図 16 (b) に示すような共鳴振動モードにおいて、エンジンの燃焼実験から下記知見が得られた。すなわち、ブロックに取り付けられた振動センサでは各ノック発生周波数の出力がノック発生毎に異なるのである。このため、各々ノック発生周波数毎にノック検出値を定めてノック判定するのが望ましい。ノック判定方法について、具体的な構成を以下に詳細に説明する。

【0009】以下本発明の実施例について図面を参照して説明する。図2は本発明の実施例に係るノッキング検出装置の全体構成図である。本図において、ノックセンサ8はエンジン本体の振動を電気信号に変換するもので、本発明では周波数分析をするために非共振型センサである必要がある。ノックセンサ8に接続される受け回路9はノックセンサ8からのセンサ信号のインピーダンスを調整する。受け回路9に接続されるローパスフィルタ10(以下LPFと略す)折り返し雑音を防止する。ローパスフィルタ10に接続されるハイパスフィルタ11(以下HPFと略す)はノックとは関係のない低周波数成分の信号を除去する。LPF10は20kHz以下の周波数の信号を、HPF11は1kHz以上の周波数を通すように構成されている。HPF11に接続されるゲイン切替器12は入力信号を適切な大きさに調整する。ゲイン切替器12を用いずに分解能の高いA/D変換器(Analog to Digital Converter)を使ってもよいが高価である。ゲイン切替器12に接続されるDSP(Digital Signal Processor)13はマイクロコンピュータに比べ高速に掛け算を処理することができる。このDSP13はA/D変換器14とパラレルI/O(以下PIOと略す)15を持つ。本実施例ではA/D変換器14は16ビット相当と従来よりも広いダイナミックレンジを提供し、PIO15はゲイン切替器12と後述するホストCPUとの通信を行う。デジタルフィルタ手段5及びノック判定手段6はDSP13内のソフトにより構成され、デジタルフィルタ手段5はデジタルフィルタ処理を行い、ノック判定手段6はデジタル処理の結果からノック判定を行う。ホストCPU16はDSP13からのノック発生の有無の結果を受けて点火装置17に出力する点火時期と図示しない燃料噴射量を制御する。

【0010】図3は図1のDSP13の動作を説明するタイミングチャートである。本図に示すように、Aは基準一信号を示すものでその信号の立ち上がりが各気筒の上死点後(ATDC)-10°クランクアングル(CA)であり、それにより図3の時刻t1よりaの期間で後述する基準位置割り込み処理が実行される(図5参照)。図3のBはノック判定区間を示し、図3のb、cは時刻t2、t3より実行される後述するタイマー1割り込み処理の期間を示している(図6参照)。図3のdは時刻t2より実行される後述するタイマー2割り込み処理の期間を示している。

【0011】まず、図3の時刻t1の基準位置信号の立ち上がりで基準位置割り込み処理aが実行されてタイマー1にノック判定区間の開始時刻がfで示すようにセットされる。その結果、時刻t2の判定区間開始時刻になるとタイマー1割り込み処理bが実行される。これにより、タイマー2にノック判定区間の終了時刻がgで示すように再セットされると共に、タイマー2割り込み処理

dが実行されてノック信号のA/D変換及びデジタルフィルタ処理が行われる。

【0012】また、すなわち、20μsec毎にノック信号をA/D変換し、その都度デジタルフィルタ処理が行われる。各周波数帯のフィルタ後、出力の最大値(ゲート区間t2~t3内の)がそれぞれホールドされる。また、タイマー1、2の割り込みとは別に、メインルーチンにより、ゲート区間の初めにピークホールド値がリセット(初期化)処理eされ、ゲート区間(t2~t3)終了後、ノック判定処理fが行われ、その結果がホストCPU16に送られる。その後、A/D変換値を0に初期化する処理gが実行される。

【0013】図4~図13、図15はDSP13のプログラムの流れを示すフローチャートであり、図4は本実施例における初期設定のフローチャートである。図4に示すように、まず、電源投入と同時にステップM10からプログラムが開始される。ステップM20、M30は各種初期設定であり、最初に1回だけ実行される。

【0014】図5は本実施例における基準位置割り込みのフローチャートである。図3の時刻t1において基準位置での角度割り込みにより、図5に示すように、ステップM40で示す基準位置割り込みプログラムが開始される。ここで、基準位置とはエンジンのクランク角度で各気筒の上死点前(BTDC)10°クランクアングル(CA)を示し、ホストCPU16から送られてくる。まず、ステップM50で気筒判別し、今回点火する気筒からノックセンサまでの距離に応じた値が出力される。この信号もホストCPU16から送られて来る信号で、第1(#1)気筒の時のみ1となっており、他の気筒はカウンタを用いて算出する。ステップM60はエンジン回転数計算部分で、前回の基準信号から今回の基準信号までに要した時間を基にエンジン回転数が計算される。ステップM70は前処理を行い、前処理として入力ゲインの設定、フェイル判定とタイマー設定などが行われる。ステップ80はタイマー1のセットを行い、あらかじめエンジン回転数に応じて設定してあるクランク角度まで待つためにタイマー1がセットされる。ここで、通常ノックが発生するのは略上死点後(ATDC)15°CA~ATDC70°CA程度なので、ステップM80では少し前のATDC10°CA程度の値に対応する時刻がセットされる。

【0015】図6は本実施例におけるタイマー1割り込みのフローチャートである。ステップM80で設定された時刻(図3のt2)になると、図6に示すように、ステップM90で示すタイマー1割り込みプログラムが開始される。まず、ステップM91では後述するノック判定終了フラグが1であることによりノック判定区間開始であると判断してステップM92へ進み、ノック判定区間終了フラグが0にされる。次にステップM93へ進んでタイマー1にATDC70°CA程度の値に対応する

時刻を再セットした後ステップM94へ進んでA/D変換及びデジタルフィルタ処理を開始させるためのタイマー2がセットされ起動される。その後ステップM95へ進んでメインルーチンが起動される。

【0016】また、タイマー1の再セット時刻(図3のt3)になると、再度図6のステップM90で示すタイマー1割り込みプログラムが開始される。今度は、ステップM91ではノック判定終了フラグが0であることによりノック判定終了区間であると判断してステップM96へ進み、ノック判定区間終了フラグを1にした後、ステップM97へ進んでタイマー2の作動が停止されてA/D変換及びデジタルフィルタ・ピークホールド処理が終了される。

【0017】図7は本実施例におけるタイマー2割り込みのフローチャートである。このタイマー2割り込みは20μsec毎に実行される。まず、ステップM99でA/D変換器14によるノック信号のA/D変換が開始された後ステップM100へ進んでA/D変換器14によりA/D変換された値がDSP13に取り込まれた後、ステップM101へ進んで、この取り込んだA/D変換値がDSP13中の図示せぬRAM(Random Access Memory)に時系列に格納され蓄積されると同時にステップM102でデジタルフィルタ・ピークホールド処理が行われる。

【0018】図8は本実施例における詳細なデジタルフィルタ・ピークホールド処理のフローチャートである。本図に示すように、デジタルフィルタ処理は、ステップM1021に示すように次式で行われる。

$$V_i[0] = \{b_0 \cdot V_{AD}[0] + b_1 \cdot V_{AD}[1] + b_2 \cdot V_{AD}[2] - a_1 \cdot V_{AD}[1] - a_2 \cdot V_{AD}[2]\} / a_0$$

ここで、iは周波数帯の種類(例えば、6~8KHz→0、9~11KHz→1、13~15KHz→2)を示す。

【0019】 $V_i[0]$ は各周波数帯iでのデジタルフィルタ後のRAM値であり、[]内の数字は時間を示す(例えば0:今回の値、1:AD1回分前の値、2:AD2回分前の値)。 $V_{AD}[0]$ はA/D変換後のRAM値を示す。 $a_0 \sim a_2$ 、 $b_0 \sim b_2$ はフィルタの次数及び周波数帯域によって決定される定数である。

【0020】そして、ステップM1021で算出された各RAM値を $V_i[0]$ をステップM1022で各周波数帯での最大値(ピークホールド値) V_{MAX} と比較し、 $V_i[0]$ が格納(ピークホールド)される。否定されれば、 V_{MAX} そのまま次のステップM1024へ進む。ステップM1024では、次のA/D変換及びデジタルフィルタ処理の基準としての処理であり、 V_i 及び V_{AD} のRAM値が順送りされる。

【0021】図9は本実施例における図4のステップM70の前処理のフローチャートである。本図に示すよう

に、ステップM71で、入力信号が適切な大きさになるようにゲイン切替器12のゲインが調整される。このゲイン切替のための信号としては、デジタルフィルタ後の信号を用いず、A/D変換器14直後のノックセンサ信号を用いて、ゲイン切替が行われる。

【0022】なぜならば、デジタルフィルタの中心周波数 f_0 にぴったり合った周波数をもつ信号でない限り、デジタルフィルタ通過後ではノックセンサ信号が減衰するため、A/D変換器14直後のノックセンサ信号によってゲイン切替が行われる。図10は本実施例において図5のステップM95により起動されるメインルーチンのフローチャートである。本図に示すように、まず、ステップM951で最大値を格納するRAM値「 V_{MAX} 」がクリアされ、ステップM952でノック判定区間終了フラグが1か判断され、ノック判定区間終了フラグが1のとき、ステップM953へ進み、点火1回毎のノック判定が行われる。ステップM954でA/D変換値(前記 V_i 、 V_{AD})を0に初期化してメインルーチンが終了する。

【0023】図11は本実施例における図9のステップM953の詳細なノック判定のフローチャートである。本図に示すように、1回のノック判定区における各周波数帯のデジタルフィルタの出力後のピーク値よりステップM9531~9533にてそれぞれの周波数帯毎に1点火毎のノック判定が行われる。ステップM9534にて所定サイクル内でのノックあり判定の頻度が算出され判定され、ステップM9535で上記ステップ9531~9533での各ノック判定結果がまとめて総合ノック判定され、その結果がホストCPU16へ出力される。

【0024】図12は本実施例における図11のステップM9531の詳細な周波数帯0でのノック判定のフローチャートである。なお、図11のステップM9532~M9533も図11と基本的に同じである。本図に示すように、ステップM1000では、デジタルフィルタ後の出力のピーク値 V_{MAX} についてなまし処理が行われ、RAM値として V_{m0} に格納され、ステップM1001で V_{m0} の($K_0 - K_H$)倍したものと V_{MAX} が比較され、 V_{MAX} の方が大きければステップM1002へ進んで KNK_0 に1が格納され、ステップM1004で頻度判定カウンタがインクリメントされ、 V_{MAX} の方が小さければ、ステップM1003に進んで KNK_0 に0が格納される。それぞれ $KNK_0 = 1$ がノックあり、 $KNK_0 = 0$ がなしとなる。ここで $K_0 = \text{約}5$ で、 $K_H = 1 \sim 2$ であり、これらの定数は後に詳細に説明される。

【0025】図13は本実施例における図11のステップM9534の詳細なノック頻度算出を説明するフローチャートである。本図に示すように、ステップM2001にて、頻度算出カウンタCが100以上であるか判断される。つまり、この実施例では、頻度算出が100点

火サイクル毎に行われていることになる。次に、頻度算出タイミングであれば、ステップM2002に進み、ステップM2002～M2005で周波数帯「0」用の頻度判定が行われ、100点火サイクルの間で、ノック判定した回数KDCが所定値 α （＝約10）より多い場合は、F0に1が格納され、ノック判定した回数KDCが所定値 β （＝約5）より少ない場合はF0に0が格納される。ステップM2006～9で周波数帯「1」用の頻度判定、M2010～13で周波数帯「2」用の頻度判定が、同様に、処理される。そして、ステップM2014で、各々の頻度判定結果を監査したものが「0」でなければ、ステップM2015に進み、GKNK₀にF0を、GKNK₁にF1を、GKNK₂にF2が格納される。ここで、GKNK₀、GKNK₁、GKNK₂は頻度判定結果の学習用RAMであり、これはIGスイッチOFFでも消えないようバックアップ電源で保護されている。ステップM2014で否定されれば、何もせずステップM2016に進む。ステップM2016では、カウンタCがクリアされる。次に、ステップM2017では、各々の頻度判定結果が「3」であれば、ステップM2018に進みKHに「0」が入り、上記判定が否定されればステップM2019に進み、各々頻度判定結果が「2」であれば、ステップM2020に進みKHに「1」が入り、上記判定が否定されればステップM2021に進み、各々頻度判定結果が「1」であれば、ステップM2022に進み、KHに「2」が入る。

【0026】ここで、補足すると、GKNK₀、GKNK₁、GKNK₂は運転状態によってわけてもよい。また、ノック有りとの判定には、ステップM2015以降の

2

Σ GKNK_iは「1」である必要がある。

i=0

図14は図12及び図13の定数K₀、K_Hを説明する図である。本図（a）に示すように、単一フィルタでノックを判定する際に、ノックセンサが検出するノイズは、横軸のノックセンサの出力レベルをとり、縦軸に頻度をとすると、正規分布の形状になる。このノイズはこのような正規分布をし、一方ノックによる振動信号が一定の大きさを有するので、完全に除去できない。このため、この影響をできるだけ除去するために、例えばノイズ成分の割合P（＝約1％）は許容するとし、本図（a）の斜線のノイズの存在を許容することにする。この場合図中のピークに対応するノックセンサの出力が、例えば、図12のV_{m0}に対応する。そしてこの場合ノックセンサの出力がV_{m0}・K₀以上でノイズ成分の割合Pとなるように定数K₀が決定される。従って、ノックが検出された場合には、その内のノイズ成分はノイズ全体の割合Pしか含まれていないので、S/Nが改善される。次に、複数のフィルタを用いる場合について説明す

る。本図（b）に示すように、周波帯「0」、「1」、「2」において、それぞれの許容割合P₀、P₁、P₂は以下の式が成立するように決定される。

$$【0027】 P = P_0 + P_1 + P_2$$

この場合ノックセンサの出力がV_{m0}・K₀、V_{m1}・K₁、V_{m2}・K₂以上でノイズ成分の割合P₀、P₁、P₂となるように定数K₀、K₁、K₂が決定される。ここに、K₀＜K₁である。このようにして全体としてノイズの成分が割合P（＝約1％）を越えないようにする。例えば、周波帯「0」のS/Nが悪いとき、すなわち図13のステップM2004、M2005の場合にはノックセンサが正常に動作せず、誤検出、ミス検出ともに大である。そこで、周波帯「0」でのノック判定をやめ、周波帯「1」、「2」でのノック判定が行われる。この場合、前記定数K₀をさげてP₁＋P₂＝Pが成立するようにしている。このため、図12でのステップM1001での係数（K₀→K_H）は図13のステップM2018、M2020、M2022のようにして設定される。

【0028】図15は本実施例における図11のステップM9535の詳細な総合ノック判定のフローチャートである。本図に示すように、ステップM3001にて、それぞれの周波数帯でのノック判定結果が加算され、RAM値としてKNKに格納され、総合ノック判定結果としてその結果がステップM3002でホストCPU16へポート出力される。かくしてKNKが1以上であればノック有りと判定される。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、検出振動が複数の周波数帯に分離され抽出され、各複数の周波数帯で振動が検出されてノックの有無が判定され、各々の周波数帯でのノック判定頻度が算出され、ノック判定頻度に基づいて最終的なノック判定が行われるので、特定周波数のS/Nが悪くなくても、ノック判定に用いる周波数帯を選択することができ、ノック検出性能の低下を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例に係るノッキング検出装置の全体構成を示す図である。

【図3】図2のDSP13の動作を説明するタイミングチャートである。

【図4】本実施例における初期設定のフローチャートである。

【図5】本実施例における基準位置割り込みのフローチャートである。

【図6】本実施例に於けるタイマー1割り込みのフローチャートである。

【図7】本実施例に於けるタイマー2割り込みのフローチャートである。

【図8】本実施例における詳細なデジタルフィルタ

ピークホールド処理のフローチャートである。

【図 9】本実施例における図 5 のステップ M70 前処理のフローチャートである。

【図 10】本実施例において図 6 のステップ M95 により起動されるメインルーチンのフローチャートである。

【図 11】本実施例における図 10 のステップ M953 の詳細なノック判定のフローチャートである。

【図 12】本実施例における図 11 のステップ M9531 の詳細な周波数帯「0」でのノック判定のフローチャートである。

【図 13】本実施例における図 11 のステップ M9534 の詳細なノック頻度算出を説明するフローチャートである。

【図 14】図 12 及び図 13 の定数 K_0 、 K_1 を説明する図である。

【図 15】本実施例における図 11 のステップ M9535 の詳細な総合ノック判定のフローチャートである。

【図 16】従来のノッキング検出装置によって検出されるエンジン振動の周波数特性を説明する図である。

【図 17】互いに異なる運転状態での周波数スペクトル強度特性図である。

【図 18】互いに異なる回転速度での周波数スペクトル強度特性図である。

【符号の説明】

5…デジタルフィルタ手段

6…ノック判定手段

8…ノックセンサ

9…受け回路

10…ローパスフィルタ

11…ハイパスフィルタ

12…ゲイン切替器

13…DSP

14…A/D変換器

15…P.i.O

16…ホストCPU

17…点火装置

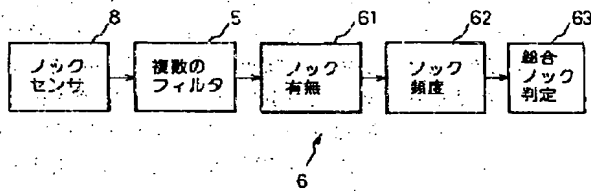
61…ノック有無判定手段

62…ノック頻度手段

63…総合ノック判定手段

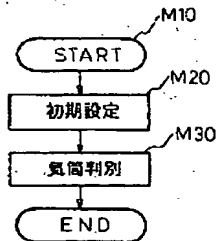
【図 1】

本発明の原理構成を示す図



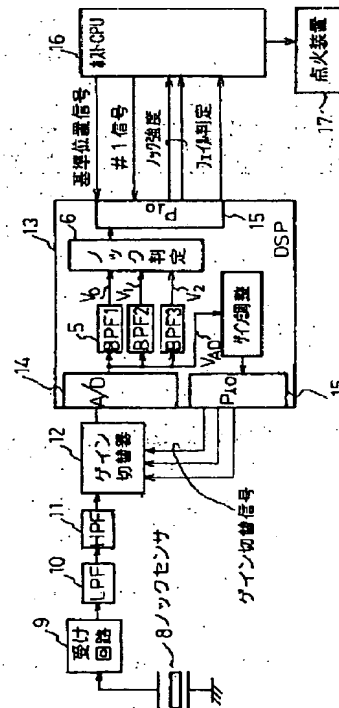
【図 4】

本実施例における初期設定のフローチャート



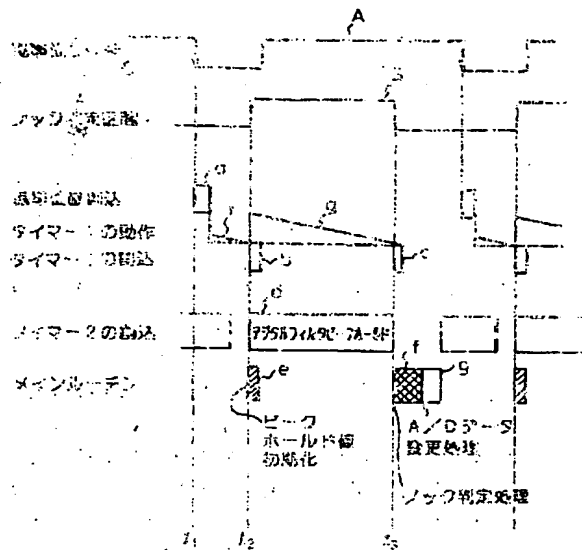
【図 2】

本発明の実施例に係るノッキング検出装置の全体構成を示す図



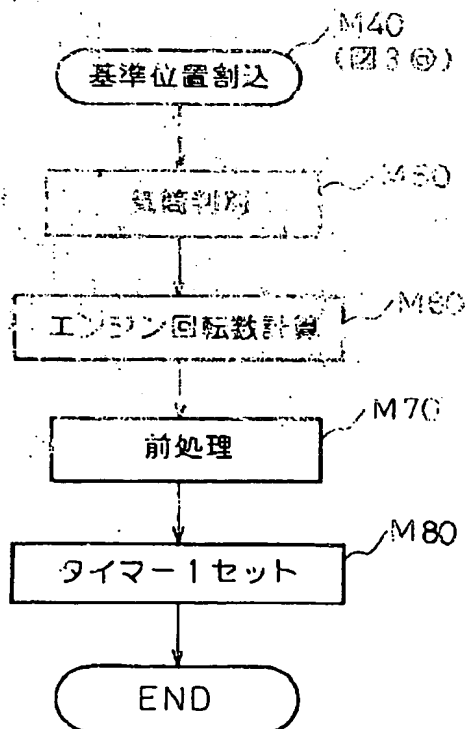
【図 3】

図 3 の SPI3 の動作を説明するタイムチャート



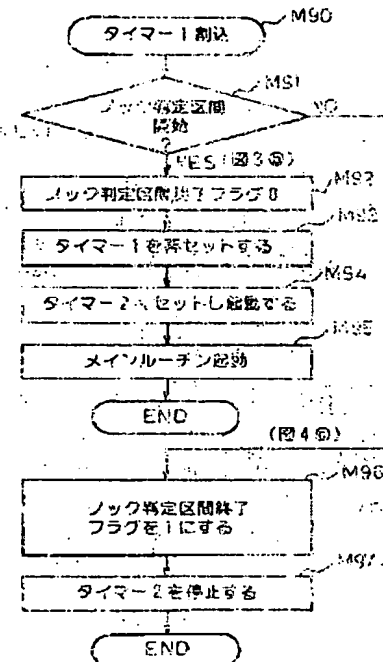
【図 5】

本実施例における基準位置割り込みのフローチャート



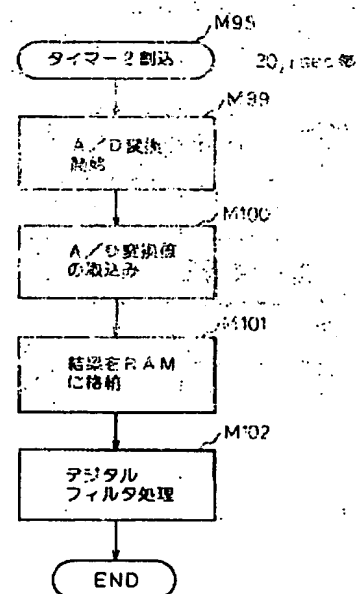
【図 6】

本実施例におけるタイマー 1 割り込みのフローチャート



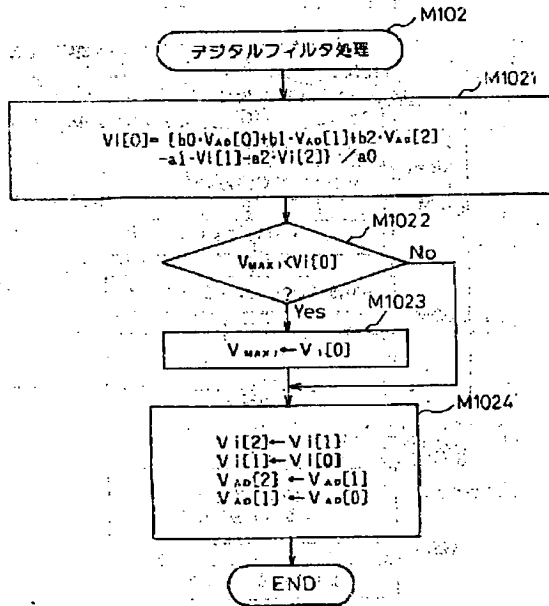
【図 7】

本実施例におけるタイマー 2 割り込みのフローチャート



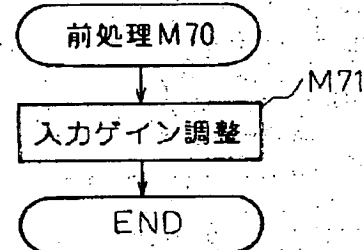
【図 8】

本実施例における詳細なデジタルフィルタ・ピークホールド処理のフローチャート



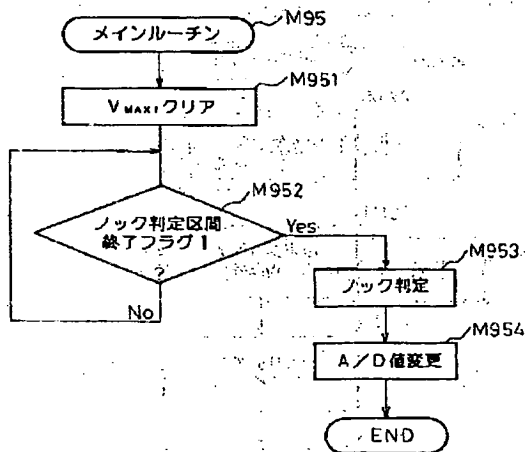
【図 9】

本実施例における図 5 のステップ M70 前処理のフローチャート



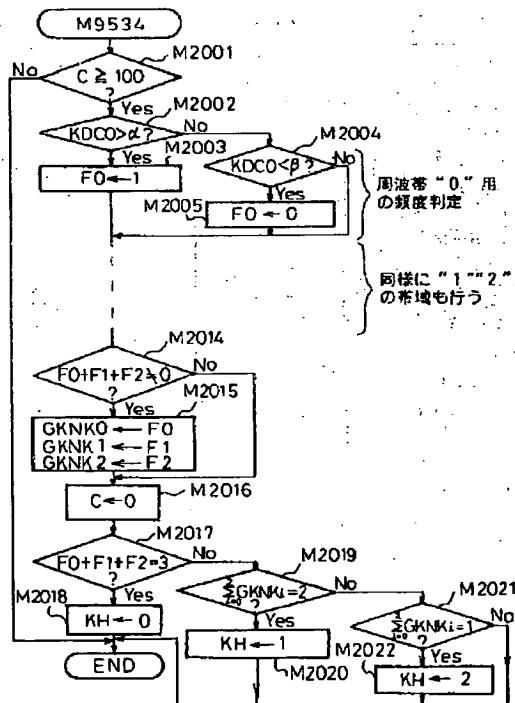
【図 10】

本実施例において図 6 のステップ M95 により起動されるメインルーチンのフローチャート



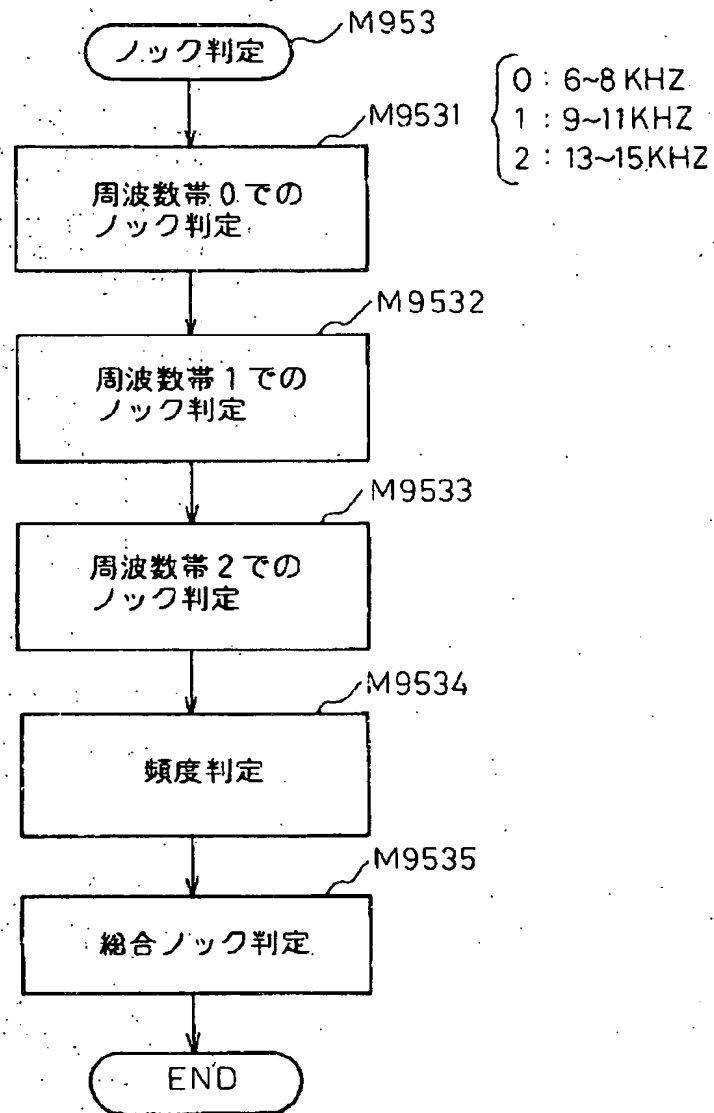
【図 13】

本実施例における図 11 のステップ M9534 の詳細なノック頻度算出を説明するフローチャート



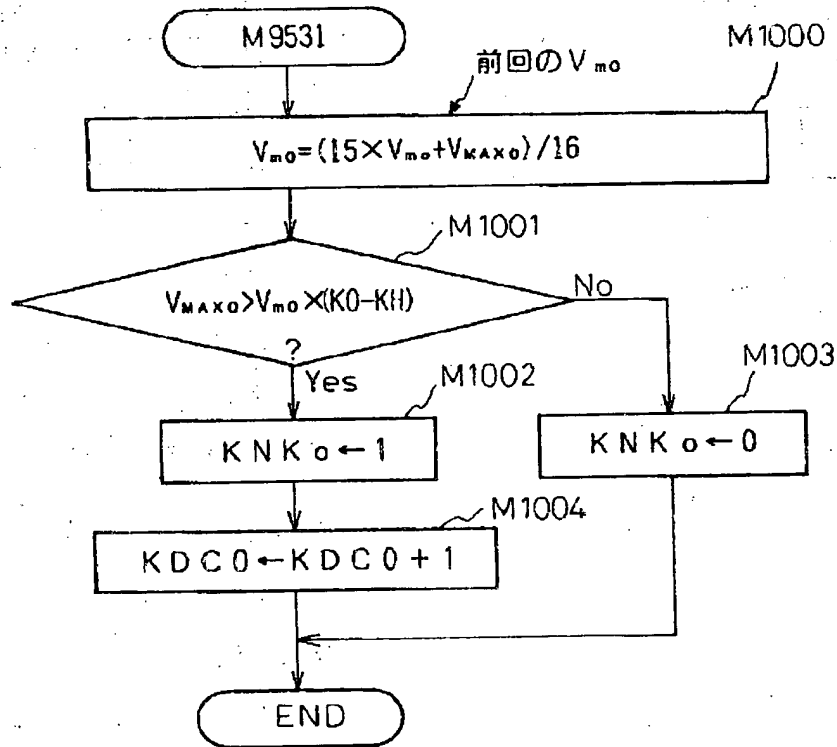
【図11】

本実施例における図10のステップM953の詳細な
ノック判定のフローチャート



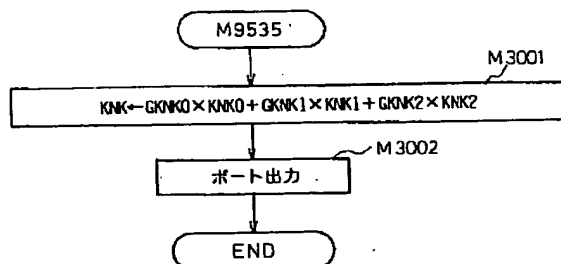
【図12】

本実施例における図11のステップM9531の詳細な周波数帯「0」でのノック判定のフローチャート

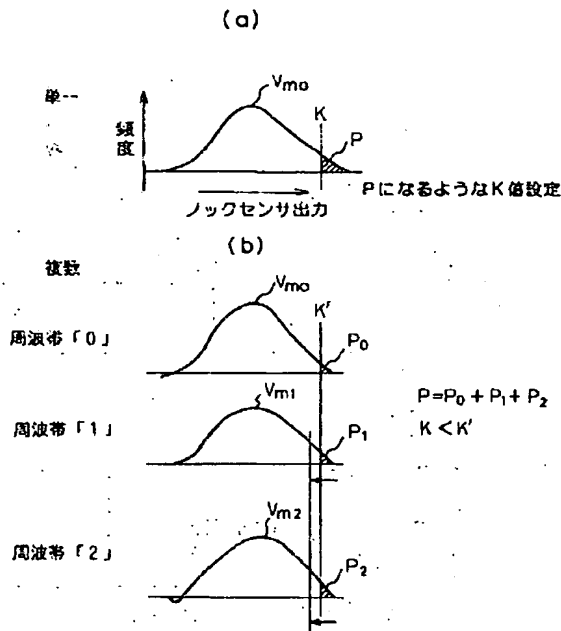


【図15】

本実施例における図11のステップM9535の詳細な総合ノック判定のフローチャート

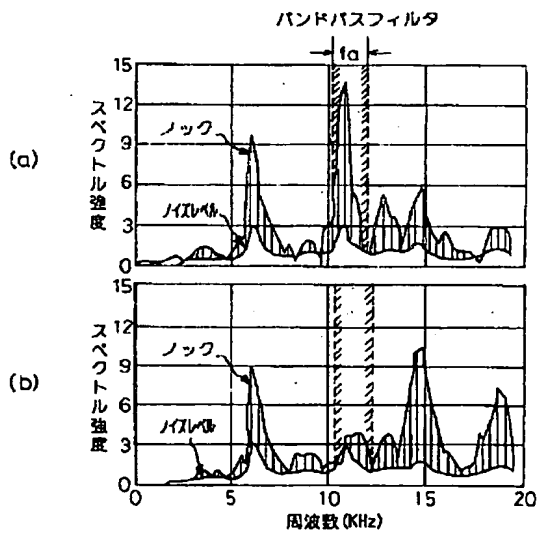


【図14】

図12及び図13の定数 K_0 , K_m を説明する図

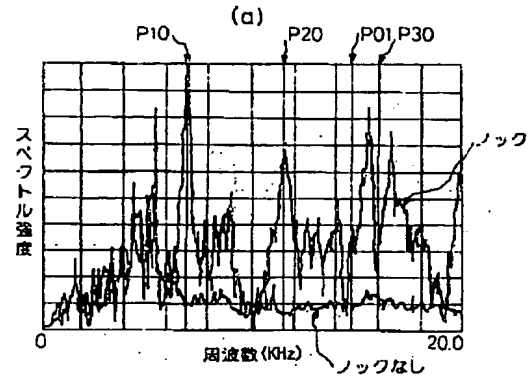
【図17】

互に異なる運転状態での周波数-スペクトル強度特性図



【図16】

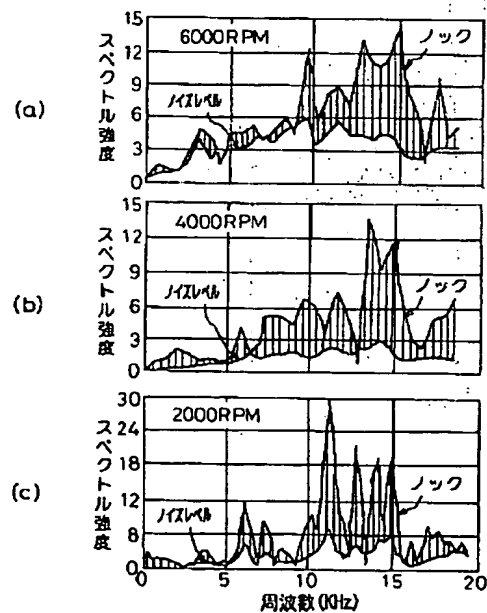
従来のノンキック検出装置によって検出されるエンジン振動の周波数特性を説明する図



共鳴振動モード P_{mn}	共鳴振動数
$P_{10} = 1.841$	$f_{10} = 70 \text{ KHz}$
$P_{20} = 3.054$	$f_{20} = 11.6 \text{ KHz}$
$P_{01} = 3.832$	$f_{01} = 14.6 \text{ KHz}$
$P_{30} = 4.201$	$f_{30} = 16.0 \text{ KHz}$
$P_{11} = 5.332$	$f_{11} = 20.3 \text{ KHz}$

【図18】

互に異なる運転状態での周波数-スペクトル強度特性図



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 M 15/00

A

THIS PAGE BLANK (USPTO)